

Megjelenik minden hónap 10-ikén, legalább is $2\frac{1}{2}$ nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY.

HAVI FOLYÓIRAT
KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdíj fejében kapják; nem tagok részére a Pótfüzetekkel együtt előfizetési ára 6 forint.

XX. KÖTET.

1888. FEBRUÁRIUS

222-IK FÜZET.

A SZÉN KÖRÚTJA A TERMÉSZETBEN.*

Mielőtt a szén körútjának leírásához kezdenék, először is magát a turistát, a szenet kell bemutatnom; s ez nem kis feladat. Olyan egyénnel van dolgunk, ki bámulatra méltó módon tudja magát álcázni úgy annyira, hogy gyakran csak az avatottabbak képesek őt felfedezni s annyi mindenféle buvóhelye és rejtékútja van, hogy noha a természettudósok elszánt csapatja mikroszkóppal, kémlelő csövel, ezernyi kémlelő szerrel, s a legcsodásabb készülékekkel lépten-nyomon üldözi, még korántsem volt képes az ő útjának minden zegét-zugát kikutatni.

Annyira azonban mégis vagyunk, hogy körutazásának főbb állomásait már elég tüzetesen ismerjük. Tudjuk, hogy az a test, a melyből csak egy verébtörszemet milliókra becsülnek (gyémánt), anyagára nézve azonos azzal a testtel, a melyből egy mázsányit 60—70 krért plombált zsákokban a házhoz hordanak Budapesten (kőszén), hogy a gyémánt, mely az üveget is metszi s köztudomás szerint is a legkeményebb test, azonos a grafittal is, mely gyenge nyomásra nyomot hagy a papíron. Igen, a gyémánt, a grafit, a közönséges szén nemcsak rokonok vagy testvérek, de tényleg egy és ugyanazon anyagnak három különböző és meglepő módosulatai.

Ilyen feltűnően tudja alakját változtatni a szén, midőn chemiailag majdnem tisztán, tehát idegen anyagoktól teljesen elkülönítve állítjuk a tudomány ítélőszéke elé.

Hát még vegyületei! A szénnek a hidrogénnel, oxigénnel és nitrogénnel való vegyületei a mindennapi táplálékból sohasem hiányozhatnak; de ezeken kívül majd gyors hatású gyógyszer, majd halálos mérget alkotnak, egyszer felséges illatot, máskor orrcsavarító bűzt terjesztenek; s azok a csillogó színek, melyek főleg a szövetfestésben alkalmazvák, melyek a virágoknak színpompájokat kölcsönzik, majdnem kivétel nélkül szénvegyületek; nincs növény,

* Előadatott az 1887. december 9-iki természettudományi estélyen.

nincs állat, nincs ember, nincs szerves lény, melynek lényeges alkotó részét a szén ne képezné. A szenet és vegyületeit megtaláljuk a föld alatt, a földszinén és a földfeletti levegőben, léptenyomon, úgyszólván mindenütt. Hatvan és egynehány elemet ismerünk s neki — a szénnek — ezek majd mindenikével van viszonya, mert, bár néha csak okkal-móddal, de mégis reá lehet bírni, hogy a legtöbb elemmel, ha csak ideig-óráig is, egyesüljön. Az összes elemek között azonban csak egyhez van igazi vonzódása, melynek kedvéért valamennyi többi elemet cserben hagyja, hogy ezzel egyesüljön: — ez az oxigén.

Rendes körülmények között a szén és oxigén egymás iránt a közönyös szerepét játszák ugyan, s évszázadokig is ellehetnek egymás mellett a nélkül, hogy kölcsönös vonzalmukat elérnák, tehát a nélkül, hogy egymással egyesülnének; de elegendő egyetlen szikra, hogy vonzódásuk felébredjen, s ők oly hevesen egyesülnek, hogy egyesülésök tűzénél megolvad az arany, az ezüst, a kazánban felforr a víz és gőz alakjában terheket vontat, s ha a folyamat féket vesztett, megemészt mindent, mit útjában talál, míg végül a szén, vonzalma következtében, nemcsak képlegesen, de valójában is elég.

Erről az oxigén iránti vonzalomról azután reá is ismerünk a szénre, legyen bár csillogó gyémánt, enyhe fényű grafit, vagy közönséges szén. A szénnek, bármely alakjában égessük is el, égésének — oxigénnel való egyesülésének — terméke, elegendő oxigén jelenlétében, a széndioxid, vagy, mint a közéletben nevezik — szénsav; ha az égésnél a szénnek nem áll elegendő oxigén rendelkezésére, kevesebbel is, félannyival is beéri, s egy atom oxigénnel szintelen gázt, a szénmonoxidot képezi. Mi több: akár gyémánt, akár grafit, akár közönséges szén alakjában égessünk is el bizonyos súlyú szenet, az mindig ugyanannyi oxigént köt meg, ugyanannyi szénsavat terem s közel ugyanannyi hőt fejleszt.

Hogy a gyémánt elég, már közel kétszáz éve tudják. A verami és Targioni tudósok ugyanis III. Cosmus toscanai nagyherceg megbízásából 1694-ben tettek ez irányban kísérleteket s meggyőződtek arról, hogy a gyémánt erős gyújtólencse gyújtópontjában teljesen elég s csak valamelyes hamu marad vissza. Smithson Tennant és Mackenzie 1800-ban először győződtek meg arról, hogy a gyémánt, a grafit és a szén, elégetve, egészen azonos mennyiségű szénsavat szolgáltatnak. De még I. Ferencz császár nem igen hitt a gyémánt éghetőségében, mert midőn, egy ismeretlentől a gyémántok összeforrasztására receptet kapván, 1751-ben 6000 frt értékű gyémántot és több rubint az előírt mód

szerint való összeforrasztás végett 24 órára a tűzbe tétetett, meg volt lepve, hogy a gyémántok eltűntek a kohóból, a rubinok pedig épek maradtak.

Ma már mindenki tudja, hogy a gyémánt elég; de a középkorban, midőn még talán jobban kívánták a pénzt és vagyont mint napjainkban, midőn a fejedelmek e célból udvaraikban aranycsináló alchimistákat tartottak; nem tudták sem azt, hogy aranyat nem lehet csinálni, mert az arany elem — egyszerű test, sem azt, hogy a gyémánt elég a tűzben. El lehet képzelni, hány szegény alchimista szenvedett büntetést, vagy lakolt életével csak azon gyanu alapján, hogy az összeforrasztás végett reábizott gyémántokat elsikkasztotta, vagy mert aranyat készítenie nem sikerült.

A jelenkor már praktikusabban fogja fel a kérdést s nem hitvány fémet, hanem a munkát igyekszik arannyá változtatni.

De térjünk vissza tárgyunkra, s fejtegezzük a szénnek, illetve a szénvegyületeknek körútját a természetben.

Ha szenet égetek el egy palaczkban, a szén eltűnik szemeink elől, s egy színtelen, kissé savanykás ízű gáz keletkezik, mely a phenolphtaleint színteleníti és a kristálytisztá mézsvizet megzavarja: ez a széndioxid. Sokkal tisztábban és bővebben állíthatom elő a márványból; ha a márványra, valamely savat öntök, pezsgés között szintén gáz száll fel, melynek ugyanazon tulajdonságai vannak, mint a szén égési termékének. Noha sem a szénsavon, sem a márványon nem látjuk, hogy szenet tartalmazna, a keletkezett gáz széntartalmáról azonnal meggyőződhetünk, ha magnéziumot égetünk el benne. A magnézium folytatja benne égését, fehér füst lepi be edényemet, mely a magnéziumnak a széndioxid oxigénjével képzett vegyülete, magnéziumoxid. Ez vízben ugyan nehezen oldódik, de sósavval feloldva, fekete szálakat látunk benne úszni, mely szálak tüzetes vizsgálata arról győz meg, hogy szénnel van dolgunk, hogy tehát a márványból a sósav kiűzte színtelen gáz szenet tartalmazott.

Tovább menve, látjuk, hogy a széndioxidban az égő testek, a magnézium kivételével, kialusznak, tehát nemcsak maga nem ég, de a testek égését sem táplálja; hogy jóval nehezebb a levegőnél, az abból tűnik ki, hogy egyik edényből a másikba önthetem, s hogy az égő gyertyát úgy oltom el vele, mintha vízzel önteném le, szóval, hogy e gáz, a szénsav, mely rendszerint a szénnek és a széntartalmú anyagoknak elégekor képződik, egészen különös, a közönséges levegőtől eltérő tulajdonságokat árul el.

A levegő chemiai összetétele, miként ismeretes, 79 rész nitrogén, 21 rész oxigén és 0.03—0.04 rész szénsav s változó mennyiségű vízpára. A nitrogénnek az a szerepe van, hogy az oxigénnek

különben igen heves hatását mérsékli, az oxigént felhigítja, miként a víz az erős bort. A mire a tisztelt hallgatóság becses figyelmét felhívni szándékozom, az főleg a levegő oxigén- és szénsavtartalma.

Hogy a levegőben oxigén van, bizonyítja az a körülmény, hogy az égő testek, például a gyertya, égnék benne; elzárt edényben a gyertya azért alszik el, mert az oxigén kifogy belőle. A levegő szénsavtartalmát bizonyítja az, hogy a phenolphtalein-oldaton átszívott légbuborékok színtelenítik, mint a savak, s hogy a kristálytiszta mézvízen keresztülszívott levegő, azt, a szénsavas mészképződése következtében, megzavarja.

De hát honnan kerül a levegőbe a szénsav?

Hogy a szénnek és a széntartalmú anyagoknak elégetésekor szénsav keletkezik, már előbb említettem. Az elégő szén és a levegőben levő oxigén egymással egyesül, s ha elegendő oxigén jutott az elégő szénhez, széndioxid származik.

A mindennapi tapasztalás tanítja, hogy a kályhákban a tűz égését a szelelő nyílásoknak, melyek rendeltetése levegőt, illetve oxigént vezetni az égés színhelyére, bezárásával, illetőleg kisebb vagy nagyobb mértékben való megnyitásával szabályozhatjuk; mert minél több levegőt engedünk bejutni, annál gyorsabban megy véghez az elégés; s mivel 1 kgr. szén elégetésekor 8080 hőegység fejlődik, minél rövidebb idő alatt minél több szenet égetünk el, annál nagyobb meleget hozunk létre. Köztudomású az is, hogy a tüzet oly módon olthatni el legbiztosabban, ha az égő testtől a levegőt, illetve az oxigént elzárjuk; e kérdésnél tehát nem érdemes tovább időzni.

De a szénnek szemmel látható égése nem az egyedüli út, melyen a szénsav a levegőbe kerül.

Minden, a mi csak él, növény, ember, állat életében a levegőre, azaz a levegőnek oxigénjére van utalva. Oxigén nélkül nincs növényi, nincs állati élet. Oxigéntől mentes légkörben nemcsak a tűz alszik el, de elpusztul, megfulad az ember, az állat; nem csíráznak a növénymagvak s elvész a növény.

Mi szükségök lehet azonban a növényeknek, az állatoknak, az embernek a levegőre?

Vizsgáljuk csak a levegő kémiai összetételét a belélekezés előtt és a kilehelés után. Egyszerű vizsgálat meggyőz bennünket, hogy a kilehelt levegő sokkal több, a vizsgálatok szerint mintegy százszor annyi szénsavat tartalmaz, mint a beszívás előtt tartalmazott.

Különösnek tetszik talán azon állítás, hogy mi szénsavat lehelünk ki, melynek már nevével fogva is savanyú ízűnek kellene

lennie, holott mi ezen savanyú ízt nem érezzük. Ez az ellenvetés azonban nem jöhet tekintetbe, mert a chemikusoknak sokkal érzékenyebb kémszereik vannak az ember ízlőszervénél s azon körülmény, hogy a kileheltem levegő a szép pirosszínű phenolphtalein oldatot ép úgy színteleníti, mint egy csepp sav, avagy az elégetett szén vagy gyertya égési terméke, hogy a mézsvizet ép úgy megzavarja mint amaz, kétségbevonhatatlanul bizonyítja, hogy én savat és pedig szénsavat leheltem ki, s hogy tüdőmben ép úgy képződött szénsav, mint a gyertya égésekor.

Úgy de vízi állatok is vannak, és pedig számos olyan fajt is ismerünk, a mely szilárdan a tenger fenekéhez vagy a víz alatti sziklákhoz van növe; vajjon van-e ezeknek is szükségök oxigénre? Igen, oxigén nélkül ezek sem élhetnének. Honnan veszik tehát oxigén-szükségletüket? A vízből. A természetes vizek mindig tartalmaznak oxigént feloldva, s ezen vízi állatok olyan szervekkel, kopolyukkal stb. vannak ellátva, melyek azt a csekély oxigént is el tudják vonni a víztől, mely abban feloldva van.

Természetes, hogy a tenger mélyében több száz méternyire a felszíntől a tenger vizének oxigéntartalma csak igen csekély lehet; de bámulatot keltők ezen állandóan a tenger mélyében lakó állatoknak lélelző szervei is, melyek a legcsekélyebb oxigénmennyiség elvonására is képesítik az állatot. E tekintetben újabban a »Talisman« francia hajóval menő tudományos expedíció tett nagyszerű felfedezéseket.

Hogy tehát minden élő lény oxigént szív be és szénsavat lehel ki, azon nincs mit kételkedni.

A lélelzést s így az életet az égéssel kellett összehasonlítani, s az valójában nem is egyéb. Az ókornak alig van találóbbs hasonlata, mint midőn a halált a kialudt gyertyával vagy a felfordított szövétnekkel jelképezi.

Sarkalatos természeti törvény azonban, mellyel lépten-nyomon találkozunk, hogy »hasonló okok hasonló okozatokat szülnek«. Igaz-e ez a felvetett esetben az épen kifejtett hasonlatra is?

Igaznak kell lennie és igaz is, még pedig nagyon szembeötlő módon.

A szén elégésekor — oxidációjakor — a szénsavon kívül meleg is származik. Ugyanez történik az állati testben is; és a környezet hőmérsékletétől teljesen független állati meleg a lélelzés következménye. E szabály alól a vízi állatok sem képeznek kivételt, mert ha őket hidegvérű állatoknak nevezzük is, testök hőmérséklete, míg élnek, pár fokkal mindig melegebb mint a vizé, a melyben tartózkodnak. A mint lélelzeni megszűnt — meghalt — pár óra alatt

kihül a test. A lázas beteg fokozott lélekezése a nagyobb hőmérséklettel van összefüggésben. Lángot és tüzet nem látunk ugyan, de ezt más esetben sem láthatunk, midőn olyan test ég el, melynek körülbelül négy ötödrészét víz képezi. Ilyenek például a zöld növények, a zöldelő fák, melyekről ismeretes, hogy ha valamely égő épület körül vannak ültetve, a tűz felőli oldalon legfeljebb csak megpörkölődnek, de ez is csak akkor történik, ha a levelek előbb kellőképen kiszáradtak; az élő fát meggyújtani nagy víztartalma miatt nem lehet. Midőn 1870. év őszén a Párizs környékén levő fákat, melyek az ostromló ellenségnek buvóhelyül szolgálhattak, el akarták hamarosan pusztítani a közeledő ellenség előtt, petróleummal locsolták meg őket s felégetésük még sem sikerült.

Azért azonban, ha nyirkos is az anyag, oxidálódhatik s így felmelegszik az, sőt bizonyos fokú nyirkosság még élénkíti is az oxidációt, lánggra azonban csak akkor lobban a különben gyulékony anyag, ha a víztartalom megengedi.

Ha a frissen kaszált s még nem egészen száraz szénát boglyába rakják, megkezdődik az erősebb oxidáció: a boglya jelentékenyen felmelegszik, mint mondani szokták, megfűlled, néha magától füstölni is kezd vagy, a mint a pór nép mondja, pipázik a boglya, sőt ha ennek következtében kellőképen kiszárad, kedvező viszonyok találkozása esetén magától meg is gyuladhat, mire nem egy példát tudnék mondani.

A friss trágyát szintén nem lehet meggyújtani, a megszártított trágyát ellenben tüzelőül használják némely vidékeken; ily állapotban meggyújtva, lánggal ég és zsarátnokot, parazsat képez.

Azonban, ha a trágya nedves állapotban nem is ég szemmel láthatólag, azért folyton egyesül a levegőben levő oxigénnel, tehát lassú égésben van, s így meleget is kell fejlesztenie; fejleszt is, mint ezt a gazdák és kertészek nemcsak tudják, de hasznukra is fordítják, mert a trágyából melegágyakat raknak és az ezen lassú égéskor származó enyhe meleget kihasználva, salátát és más zöldséget természetnek üvegablakok alatt, fűtés nélkül, mikor a puszta földet el sem hagyta még a hó.

De menjünk egy lépéssel tovább s kérdezzük, hogy honnan veszi az állati szervezet azt a szénét, melyet tüdeje közbenjárásával eléget, hogy az abból származó szénsavat kilehelje s az e közben keletkező meleget teste állandó hőmérsékletének fentartására használja?

A szén testünkben és a táplálékban rejlik. Nincs szerves test, legyen az növényi vagy állati eredetű, mely szénét ne tartalmazna. Például 1 kgr. száraz buzalisztben $\frac{1}{2}$ kgr. (500 gr.), 1 kg. száraz

sovány húsban még valamivel több (mintegy 520 gr.), egy kiló zsírban több mint $\frac{3}{4}$ kgr. (765 gr.) tiszta szén található.

S táplálékunk, daczára a végtelenbe menő változatosságnak, főleg lisztes anyagokból, húsból és zsírból áll; ezen tápláló anyagokat azután emésztő szerveink feldolgozzák és a vérbe juttatják, a hol végül a tüdő közbenjárásával égés alá kerül.

Ha táplálékot nem veszünk magunkhoz, saját testünk húsát és zsírját fogyasztjuk és égetjük el s megsoványodunk; ha ellenben többet eszünk, mint a mennyi épen elegendő, esetleg meg is hízunk. Csikorgó hidegben nemcsak több szenet égetünk el kályháinkban, de jelentékenyen többet is eszünk, mint a nyári melegben. Az a matróz, ki az egyenlítő tájékán utazva egy pár harapás kétszersülttel is beéri, a hideg égöv alatt alig képes csillapítani étvágyát; több eledelre, több tüzelőre van szüksége, hogy testének állandó melegét, mely 37.5° C. fenntarthassa. Az eszkimó, ha teheti, egész nap halzsírt iszik és rendkívül falánk, a néger egy marok rizzsel s egy pár datolyával is beéri. Helyesen mondja Pettenkofer, hogy legrosszabbul gazdálkodik az, ki a jó meleg téli ruha beszerzésében akar takarékoskodni, a könnyebb ruhán könnyebben áthatol a tél hidege, a test több meleget veszít s ennek következtében többet kell élelmi szerre, tüzelőre kiadnia, hogy teste állandó melegét fenntarthassa.

Egy felnőtt egyén naponként mintegy 889 liter oxigént s így évenként 324,485 liter oxigént változtat ugyanannyi liter szénsavvá és lehel bele a levegőbe; 100 kgr. szén teljes elégetésére 266 kgr. = 185,000 liter oxigén szükséges, miáltal 366 kgr. = 185,000 liter szénsav származik, mi ismét csak a levegőbe jut. Feltéve, hogy földünket csak 1000 millió ember lakja, csak mi emberek magunk 324,485 millió köbméter (à 1000 liter) oxigént vonunk el a levegőtől s ugyanannyi szénsavat lehelünk bele. Ha most felvesszük, hogy az összes létező állatok legalább is szintén ugyanannyi oxigént vonnak el, mint az emberiség, hogy az emberek legtöbbször tüznél főznek, sütnek, mi által ismét óriási mennyiségű oxigén vonatik el és szénsáv kerül a levegőbe; nem méltán felmerülhet-e az a kérdés, képes lesz-e a levegő az ebbeli követeléseknek évszázadokon keresztül megfelelni, képes lesz-e élni az ember, az állat, lobogni a tűz századok multán is légkörünkben, melyből évenként annyi trillió liter oxigént elvontunk? Ezt a kérdést annál inkább fel kellett vetni, mert az élet jóval előbb válnék lehetetlenné, mint az oxigén a légkörből elfogy. Ha a levegő csak 8% oxigént fog tartalmazni 21% helyett, az állat már elpusztul benne s az ilyen légkörbe helyezett élő testek elalszanak. Azt sem lehet

említtetlenül hagyni, hogy a lélekzésen és égésen kívül is számos úton kerül még kiszámíthatatlan mennyiségű szén-sav a levegőbe; így a korhadás, a rothadás és erjedésnél; ez utóbbinál gyakorta szerencsétlenséget okoz szüret után; némely forrásvizekből; legyen szabad csak Ránkot, Suligulit, Borszéket említeni; a mofettákból. A jávai méregvölgy, a nápolyi kutyabarlang, a torjai bűdösbarlang világhírűek; meggyúlik a szén-sav a szennyezett talajú kutakban, mint erről a pár év előtt történt budapest-kőbányai szerencsétlenség, hol annyi ember halálát okozta a kútban meggyúlt fojtólég, a szén-sav, eléggé tanúskodik.*

Tekintve, hogy már sok ezer éve laknak emberek és állatok a földön, melyek évről évre oxigént fogyasztanak és szén-savat produkálnak, vajjon el fog-e fogyni egykor a levegőből az oxigén?

Nem. — Sőt ős időkben a levegőnek aránytalanul több szén-savat kellett tartalmaznia, mint napjainkban. Midőn még Földünk ki nem hült, a méhében rejlt mérhetetlen mennyiségű szén-savas sók: márvány, kréta, mészkő, dolomit stb. szén-sava szintén a levegőben volt, mert ezek nem állják a tüzet a nélkül, hogy szén-savukat el ne vesztenék. Az ásadék szene: antracit, kőszén, barnaszén stb. szene szintén mint szén-sav a levegőben volt. S ez az óriási mennyiségű szén-sav ma hiányzik a levegőből.

Midőn néhány év előtt a több mint 1800 éve Pompejiben eltemetett könnytartó korsócskába zárt levegőt vizsgálat alá vették, az épen annyi oxigént tartalmazott, mint napjainkban. Saussure század elején a levegő szén-savtartalmát 0.0415%-nak találta s most 80 év után 0.037%-nak, tehát jóformán ugyanannyit találunk benne.

Mi lehet ennek az oka, hogy a levegő oxigén- és szén-sav-tartalma, az imént kifejtettek mellett is, olyan állandó, úgyszólván változatlan. Minek tulajdonítsuk a természet háztartásában ezt a bámulatra méltó összhangzást és berendezést? Van talán valami, mi az állatok produkálta szén-savat a levegőből elvonja s helyébe oxigént ad?

A növények és a levegő között, mint Bonnet már a múlt század közepén észrevette, összefüggésnek kell lennie; ő figyelte meg először és pedig 1749-ben, hogy az esetleg víz alá került szőlő-levelekről, ha a Nap reájok süttött, számtalan légbuborék fakadt. Priestley angol chemikus már 1772-ben felismerte, hogy az állati lélekzéssel megrontott levegőt a növények megjavítják és a lélekzésre ismét alkalmassá teszik. Számtalan, a legnagyobb óvatossággal és figyelemmel végzett kísérlet tanúsítja, hogy a zöld növények

* Term. tud. Közlöny XVIII. k. 1. l. 1886.

a levegőben levő szénsavat felveszik s 100 súlyrész szénsavból a benne levő 27·3 súlyrész szénét visszatartják, és 72·6 súlyrész oxigént visszabocsátanak a levegőbe.

Szabad levegőn lehetetlen ezen rendkívül fontos növény-élet-tani mozzanatot közvetlenül szemléltetővé tenni, mert mind az oxigén, mind a szénsav színtelen s így láthatatlanok. Ha azonban a zöld növényi részeket szénsav tartalmú víz alá merítjük, alkalmas tölcserrel leszorítjuk és a napra helyezzük, csakhamar feltűnik, hogy a levelekről gyöngyszerű apró léghólyagocskák szállnak fel. Ha ezeket felfogván összegyűjtjük és parázon égő gyújtószálat mártunk bele, a gyújtószálnak azonnal való lánggra lobbanása azt tanúsítja, hogy a felszálló gyöngyök vagy tiszta oxigénből vagy legalább olyan légkeverékből állanak, mely sokkal több oxigént tartalmaz, mint a légköri levegő.

Még sokkal szebben láthatjuk a vízben levő szénsav felbontását a vízi növényeken, például a *Ceratophyllum demersum*-on.

Hogy ezen légcseré, t. i. a szénsavnak oxigénnel való kicserélése, nem egyéb mint a növény táplálkozása, egyszerűen bebizonyítható, a mint be is bizonyították *Cloez* és *Gratiolet*, *Saussure*, *Boussingault* és mások a növény súlyának gyarapodása s a szénsavnak a levegőből vagy vízből való elfogyasztása által, mit a jelzett esetben csak a növények végezhetnek.

Ezek után nem lehet semmi kétség, hogy a növény az ő táplálkozása útján a levegőből vagy természetes vízből, (mely mindig tartalmaz szénsavat feloldva), a szénsavat tényleg elvonja, annak szénét saját súlyának szaporítására, tehát testének növelésére fordítja s az oxigént ismét visszaadja. Ezt a folyamatot asszimiláczió-nak, áthasonlításnak nevezzük.

Az asszimiláczió tana sokkal fontosabb és sokkal érdekesebb, hogy sem a kutató bűvár az épen kifejtett törvényszerűségnek egyszerű kijelentésével beérné; tovább nyomozták tehát a dolgot s a kísérletek azon meglepő eredményre vezettek, hogy csak azon növények, illetve növényi részek képesek a szénsavat az előbb leírt módon felbontani és szénét saját testük súlyának gyarapítására használva a szénsavból oxigént kiválasztani, a melyek zöld színűek. Minthogy pedig a növények zöld színét a chlorofillnak nevezett s a tevékeny sejtekben levő zöld színű testecskék okozzák, mondhatjuk, hogy csakis azon növények vagy növényi részek képesek asszimiláczió útján táplálkozni, melyek sejteiben chlorofill van, s minden chlorofill nélkül szükölködő növény, mint pl. a gombák, penészek stb. kénytelenek más, chlorofillal bíró növényeken vagy ezek maradékain élni s ezektől asszimilált nedvekből táplálkozni.

Az asszimilácziónak legelső, szemmel látható terméke a keményítő, mely a chlorofilban keletkezik.

Mivel azonban a keményítő és minden kellőképen kiszáritott növényi rész elégethető, a szénsav pedig, a melyből készült, nemcsak hogy maga nem ég, hanem az égő testek is azonnal kialusznak benne, az asszimilációt, mint olyan folyamatot ismerjük fel, melyben a chlorofil az el nem égethető anyagból elégethető anyagokat képez.

De mi képesíti a chlorofilt ezen rendkívül fontos folyamat véghezvitelére? Mert utóvégre is a chlorofilt úgy tekinthetjük, mint egy gépezetet, melynek munkába állításához bizonyos erőre van szükség, s mely magára hagyva egészen tehetetlen.

A vizsgálatok arról győznek meg, hogy a chlorofil azonnal megszünteti munkáját, mihelyt a növényt sötétre vagy fagypon alatti hőmérsékletre tesszük. Ennélfogva kimondhatjuk, hogy azon erők, melyek a chlorofilt az asszimilációra képesítik, a világosság és a melegség. Világosságot és meleget mi terjeszt más az egész természetre, mint a Nap!

A napsugár tehát dolgozik, munkát végez. Különösnek tetszik talán, hogy valami, a minek teste nincs, munkát végezhesen, pedig úgy van. A napfény munkáját szemmel láthatóvá is tehetjük; így a radiométer szárnyait gyors mozgásra bírja, tehát közvetlenül mechanikai munkát végez; a szelek a levegőnek a Naptól való felmelegedés különböző fokára vezethetők vissza, s ezek nemcsak a szélmalomokat meg a tengeri hajókat hajtják, de olykor a födelet is leszakgatják a házról. Ha a hő-elektromos oszlop egyik oldalára engedem sütni a Napot, elektromos áramot indít; gyújtó üveg segítségével a napfény felforralja a vizet, a vízgőz ismét bármi mechanikai munkát végezhet; a gyújtó üveggel elégethetjük nemcsak a taplót, de a gyémántot is. A napfény ezenkívül chemiai munkára is képes, hisz a fotografus ennek segítségével örökíti meg szeretteink arczvonásait. Ily tények szólván a napfény munkája, közvetlen munkája mellett, bátran feltehetjük azt is, hogy az asszimilációt is el képes végezni.

Így azután, ha az asszimiláció törvényeit tovább nyomozni akarjuk, át kell térnünk a napsugár tulajdonságainak tanulmányozására.

A napsugárról a fizika azt tanítja, hogy nem egynemű, hanem sok különböző színű sugárnak keveréke.

Ha szűk nyíláson át a napfényt üveghasábra bocsátjuk, szép szivárványszínű szalagot látunk, a fizika ezt a tüneményt úgy magyarázza, hogy e szalagszerű elnyúlásnak az oka a napfényt alkotó

sugarak különböző fokú törékenységében keresendő; legtörékenyebb az ibolyaszínű és az azután következő szintelen sugarak, legkevésbé töretnak pedig a vörös és az azt megelőző szintelen sugarak; ily módon törékenységük szerint keletkeznek: a yörös, narancs szín, sárga, zöld, világoskék, indigókék és viola szín, melyeket a szivárványon mindig örömet nézünk. A különböző színű sugarak azonban nemcsak törékenységük tekintetében, de, mivel a fény a rezgésnek egy neme, hullámhosszokra és rezgéseik számára nézve is különböznek egymástól. S találunk az egyes sugarak között még más különbségeket is.

Ha egy-egy érzékeny hőmérő golyóját a különböző színekbe állítjuk, azt fogjuk tapasztalni, hogy a legmagasabbra emelkedik a higanyszál a vörös színben s folyton alább és alább száll, a mint vele az ibolya szín felé közeledünk; ezért a vörös körül levő sugarakat *hősugaraknak* nevezzük. Ha a színekbe egy fotografiailag érzékennyé tett lapot helyezünk, azt fogjuk megfigyelhetni, hogy az ezüstsót a sugarak nem egyenlő erővel bontják meg, és pedig legkevésbé a vörös s legjobban a viola szín s az utánna következő szintelen sugarak; ezeket *chemiai sugaraknak* is nevezik. Ha végül a színekpet egy bekormiozott üveglapon át tekintjük, a melynek az egyik vége egészen sötét a másik vége felé pedig egyenletesen mindig világosabb, míg végül fátyolszerűen homályos csak, fokozódó elsötétülés mellett nézve, először elvesztjük szemeink elől a színekpet két végét a kék és ibolya színt az egyik, a vörös színt a másik oldalon, mert ezek jóval kevésbé képesek szemeinkben az ideghártyán a világosság érzetét felkölteni, mint a sárga szín. Ez okból a sárga szín körüli sugarakat *világító sugaraknak* hívjuk.

Ezeket előre bocsátva, vessük most fel azon kérdést, hogy a színekpetnek melyik része végzi az áthasonlítást?

Ha e kérdéssel tisztán elméleti úton akarunk végezni, arra a megállapodásra kell jönnünk, hogy az asszimiláció, mivel a szín-savnak és — mi jelen tárgyalásunk keretén kívül esik — a víznek felbontásában áll, chemiai munka; tehát a chemiai sugarakkal kell összefüggésben lennie. S mégis mit tapasztalunk. Azt, hogy az asszimiláció majdnem azonnal félbeszakad, mihelyt a növényt a színekpet chemiai hatású részébe helyezük, vagy ha a fényt kék üvegen keresztül engedjük a növényre hatni; ellenben ha a növényre narancssárga üvegen engedjük a fényt, az asszimiláció azonnal megkezdődik.

Minő ellenmondás! De menjünk tovább. Mindenkinek feltűnhetett, hogy a fotografált erdő, vagy élő viráglevél sokkal sötétebb

a képen, mint a szemünkbe jutó fényhatás szerint lennie szabadna; e tüneménynek csak az lehet az oka, hogy a negatív lemezen a fotografálandó levelek helyén megbontatlanul marad az érzékeny ezüstsó. Vegyünk még egy pár levelet vizsgálat alá; egyikét mártsuk forró vízbe, a másikat szárítsuk 120 foknál s így öljük meg a tevékeny sejteket s készítsünk rólok fotografiákat. Észre kell vennünk, hogy a chemiailag ható sugarak sem az eleven, sem az élettelen leveleken nem hatolnak keresztül, mert az ezüstsó felbontatlan marad mindenik alatt. Hova lettek hát a chemiai sugarak, ha sem a levélről vissza nem veretnek, sem rajta áthatolni nem képesek, sem a levélben munkát végezni nem bírnak, s így fel sem használtatnak?

Ezen dilemmából szabadulandók, még egy lehetőséget kell figyelembe vennünk. Az optika törvényei szerint ismerünk anyagokat, melyek a fényrezgés hullámainak hosszát változtatják, és a fényt kisebb törékenységű sugarakká változtatják. Minthogy pedig a fény színe a hullámok hosszától, illetőleg a fény törékenységétől függ, kétségtelen, hogy az ilyen — fluoreszkáló — anyagokon átmenő sugár színét s így hatását is megváltoztatja.

Főddolog most annak a kinyomozása, van-e ilyen fluoreszkáló anyag a zöld növényi részekben? Igen; s ez maga a chlorofill. Ha a chlorofill alkoholos oldatát vizsgáljuk, feltűnik, hogy átmenő világosságban tekintve, szép zöld színű, reaeső világosságban pedig vörös színű, tehát fluoreszkál.

A chlorofill e szerint képesítve van a reaeső chemiai sugarat kevésbé törékennyé s chemiailag hatástalanná tenni. Tény, hogy midőn a színes sugarakat a különböző sugarak asszimiláló hatása szempontjából vizsgáljuk, arra az eredményre jutunk, hogy az *asszimiláló sugarak* jóformán összeesnek a világító sugarakkal. A színekép narancs-sárga körüli részletének is van tehát chemiai hatása, de ez nem az ezüstsó felbontásában nyilvánul, hanem az asszimilációban emelkedik érvényre. Chemiai és chemiai hatás között tehát különbségnek kell lennie. Miben állhat ez a különbség, azt ma még szabatosan megállapítani nem bírjuk.

A chlorofill fluoreszkálásának azonban mindenesetre megvan a növényre a maga haszna, mert általa az asszimilációra képtelen kék sugarak midőn egy vagy több chlorofilltartalmú levélen áthatoltak, az asszimilációra alkalmasakká válnak.

Az előbb felvetett kérdésre tehát kielégítő válaszunk van: a levélen sem keresztül nem megy a chemiai sugárrészlet, sem vissza nem veretik s habár az ezüstsóra hatástalan, de az asszimilációban közreműködő sugárrá változik.

Ezen a nehézségen tehát túlestünk volna; de minden kétségünk még koránt sincsen eloszlatva, mert ismét egy csoport új kérdés tolul előtérbe, melyekre a válasz az eddig kifejtettekben nem foglaltatik.

A napsugár dolgozik, munkát is végez; de hova lesz hát egészben véve, ha se át nem hatol, se vissza nem verődik, — mi lesz a zöld növényre eső napsugárral?

A természettudományok sarkalatos elvei közé tartozik az anyag és az erő megmaradásának elve. A napsugár ereje sem vész el, csak átalakul és pedig chemiai erővé, vagy chemiai vonzalommá, mely a növényekben levő vegyületeknek, a keményítőnek, zsírnak, fehérjeféléknek stb. elemeit összefüzi, összetartja.

Ez azonban ismét egy olyan állítás, mely bővebb magyarázatra szorúl.

Miképen lehetne a növényekben vagy növényi produktumokban ezen chemiai energiának jelenlétét kimutatni? Mi sem egyszerűbb ennél. Ha a napsugár azzá a chemiai erővé változott, mely a növényben a szénsavat felbontotta, s a szénsavból a szenet visszartartva az oxigéntől elválasztotta, világos, hogy azon esetben, ha én ezen útnak az ellenkezőjét követem s a növényi részekben felhalmozott szenet ismét oxigénnel egyesítem, a lekötött napsugárnak ismét mutatkoznia kell, a chemiai feszültségből ismét át kell alakulnia azzá, a mi volt, mielőtt chemiai erővé alakult.

Ezt úgy képzelhetjük, mint valamely csigán kezem húzásával ellensúlyozott terhet; noha tudjuk, hogy magától a teher nem emelkedik a levegőbe, az erő még sem látszik működni, mert ellensúlyozva van, ha azonban a terhet tartó zsineret elmetszem, az erő ismét nyilvánul mint húzás s a teher épen olyan erővel esik vissza a földre, mint a milyen erő volt szükséges felemelésére.

Ha valamely rugóra például 10 kgr. súlyt akasztunk, a rugó kihúzódik és nyugalomba jő, de erejét, hogy 10 kgr.-nyi erővel csapódik vissza, csak akkor láthatjuk, ha a súlyt leakasztottuk róla.

Mi által alakíthatjuk át a növények asszimilálta szenet ismét szénsavvá? Az által, hogy oxidáljuk, elégetjük. S ha például a lámpában repczeolajat égetünk, vagyis a repczeolajban levő szenet oxidáljuk, szénsavvá változtatjuk vissza: azonnal megjelenik az olajban chemiai feszültség alakjában lekötve volt napsugár, mint a lámpa fénye, mint a lámpa melege. Ha fát vagy szenet égetünk el, a napsugár lesz szabaddá, mint hő és fény; s ha az égő szén vagy fa melegét a kazánban levő víz felforralására használjuk s a gőz hajtotta géppel terhet vontatunk vagy munkát végeztetünk, bizonyára nem más végzi a munkát mint a szabaddá tett és mechanikai erővé

alakított napsugár, mely mint chemiai feszültség a fában és szénben — az utóbbiban már évezredek óta — felhalmozva összegyűjtve volt.

A világító gáz szintén kőszénből készül; lángjának világossága és melege tehát azon napfényre vezetendő vissza, melyet évezredek előtt a most már csak híréből és maradványaiból ismert növényvilág elnyelt, mely így évezredekre a Föld méhébe temetődött és a meggyújtáskor kiszabadult.

Midőn az állat vagy az ember a táplálékul felvett anyagokat vérében oxidálja, elégeti, szintén szénsavat produkál s így szabaddá teszi a táplálékban volt és chemiai erővé változott napsugarat; s ez jelentkezik is mint állati hő és mint állati munka. S valamint a gőzgépnek mozgóerőt a kazán alatt elégetett szén, tehát a belőle kiszabadított napsugár kölcsönöz, azonképen forrása a napsugár az állati hőnek és az állati munkának is.

Napsugárral munkáljuk földjeinket, napsugarat vetünk és aratunk, napsugárral táplálkozunk. A Nap az az életető erő, az a forrás, melyre a legtöbb munka s az életnek összes nyilvánulása visszavezethető.

Ezzel ismertetésem végére jutottam. Legyen szabad végezetül a mondottakat összefoglalni.

A szén körútja abban áll, hogy az ember és állat a levegőből oxigént von el s ennek helyébe sok millió liter szénsavat lehel bele vissza, mi által a szén mint szénsav a levegőbe kerül. A növény azután felveszi az állat kilehelte szénsavat s a levegőbe oxigént bocsát helyébe. A növényekkel táplálkozik az ember és az állat. A szénatómok tehát folytonos vándorlásban vannak az emberekből és állatokból a növényekbe, s a növényekből az emberekbe és az állatokba.

Ez így röviden elmondva csak annyi, mintha azt mondanám, hogy egy ismerősöm Budapestről New-Yorkba s onnan Amerikán s a Csendes-tengeren keresztül ismét Budapestre jött vissza, megkerülte a földet, körutat tett; de hogy útközben mennyi minden adta és adhatta elő magát, arról nincs említés téve. Pedig ha a szén körútjára gondolunk, mekkora tere van a találgatásnak és képzeletnek!

Az a fa, mely alatt üldögeálni szoktunk, sokat tartalmaz azon szén-atómokból, a mit alatta kileheltünk, a mi előbb testünknek alkotó része volt. A szobában vagy az ablak között ápolt virágok a bennlakók testének részeiből, azaz szénsavából épülnek fel a napsugár hatása alatt, mely felé olyan vágyódva fordítják leveleiket és virágaikat a szobai növények.

Az a szén-atóm, mely Nagy Sándor macedoniai király testének alkotó része volt, vagy a nagy Sokrates, Plató, Homeros agyának elemét képezte, hányszor tehette meg ezen néhány század alatt körútját növényből állatba, állatból növénybe! — Hányszor fordult már meg s ki tudja kiknek vagy miknek testében az a szén-atóm, melyet e pilanatban kilehelünk! Ki tudná megmondani.

S ha az ember, vagy állat, vagy akár növény meghal, elkorhadó teste ismét azzá lesz, a miből származott, s oda tér vissza ismét a honnan vétetett, a levegőbe, hogy a növények ismét elvonják belőle.

Soká, igen soká lehetne még folytatni e reflexiókat, de azt hiszem, hogy az elmondottak után a reflexiókat bátran tisztelt hallgatóim képzelő tehetségére bízhatom. KOSUTÁNY TAMÁS.

A HONI MADÁRTAN TÖRTÉNETÉBŐL.

III.

— A madártan kifejlődése a Kir. Magy. Természettudományi Társulat alapításától napjainkig, azaz 1841-től 1888-ig. —

A negyvenes évek reformmozgalmai nemzetünk szellemi életében is nyomatokat hagytak. A szabadságharcz első gyümölcse, a sajtószabadság, a szellemi művelődésnek, a tudományok és irodalom virágzásának biztosított tért. A tudományos akadémia, mely eddig inkább csak honosított, most a tudományok fejlesztése és terjesztése ügyében is többet tehetett. Ösztönző példája jelentékeny társulatokat teremtett a közép-pontban, majd e kor második felében a vidéken is, s a természettudományok ápolása e szakegyesületekben örvendtes fejlődésnek indult. A madártan is megtalálta terét, nemkülönbén támogató segélyforrásait és közönségét. A gyűjtés, mely eddig csak keletkezési stádiumában volt, szélesebb alapon indult; napról napra többen kezdtek madarakat helyesen kitémni és rendszeresen felállítani. Jó példával jártak elől a tudományos társulatok, melyeknek majd mindegyike ornithológiai gyűjteményt is szerzett; de meg az iskolák és uradalmak is, melyek gyűjteményei nemcsak

egy-egy vidékek faunájának képét tükröztették híven elénk, hanem példányaik az országban előforduló madarakra vonatkozó adatokat hitelesítették s a fajok földrajzi elterjedéséről felvilágosítást nyújtottak.

A társulatok szakközlönyei, tudományos folyóiratok, iskolai értesítők, vidékek és városok monografiái fejlesztették az enumerációs és adatgyűjtő irodalmat, főleg azon hatalmas lendület után, melyet B r e h m L a j o s és N a u m a n n munkái adtak hazánk madárbúvárai munkásságának; azonfelül a mindinkább szaporodó heti- és napilapok is elő kezdték mozdítani az ornithológia népszerűsítését. Nem hagyhatjuk említés nélkül, hogy a németeken kívül az angolok is több becses munkával gazdagították ornisunk ismeretét, s újabb időben Rezső trónörökös ő fensége is kiváló szeretettel foglalkozván a madártannal, az 1876-ban Bécsben alakult Ornithológiai Társulat védnökségét elfogadta s 1882-ben a madarak vándorlásának és egyéb biológiai jelen-



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.